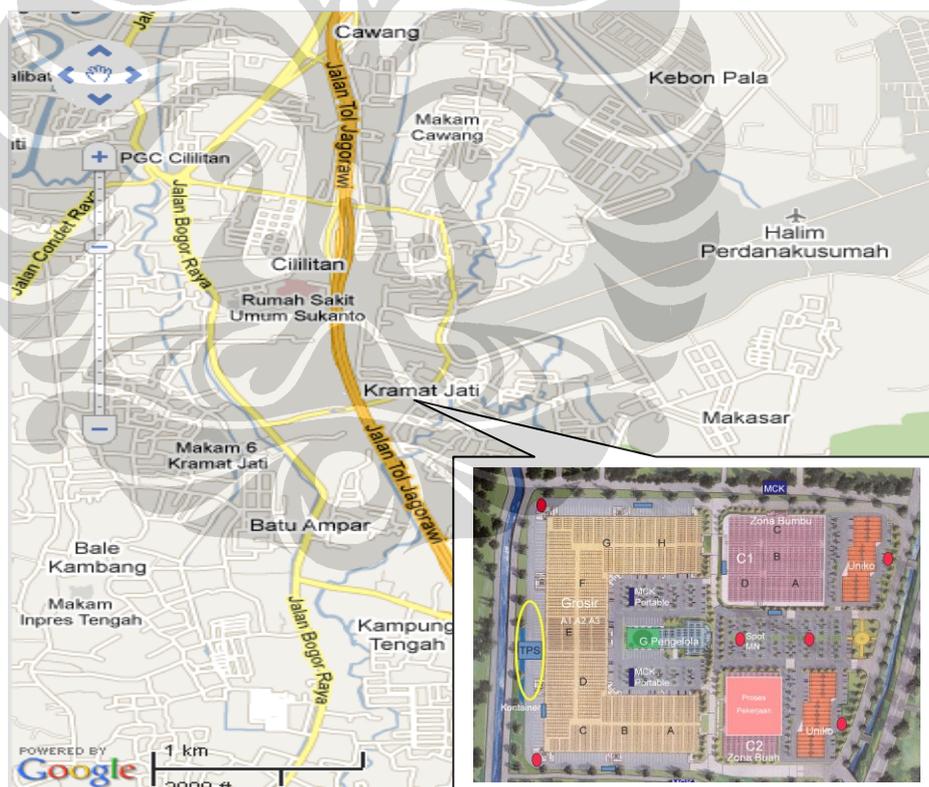


BAB 3

POTENSI BIOGAS DAN PERENCANAAN DIGESTER DI AREA PASAR INDUK KRAMAT JATI

3.1. Gambaran Umum Pasar Induk

Pasar Induk Kramat Jati yang terletak di Jl. Raya Bogor Km. 17, Jakarta Timur, Propinsi DKI Jakarta, didirikan berdasarkan SK Gubernur DKI Jakarta No.D-V,a 18/1/17/1973 tanggal 28 Desember 1973 dan mulai diremajakan kembali pada tanggal 1 Maret 2003 s/d 31 Desember 2008 bekerjasama dengan pihak ke-3 yaitu PT. Tritunggal Sentra Sejahtera dengan sistem *sharing*. Pasar Induk Kramat Jati secara organisasi dan administrasi merupakan salah satu pasar dari 151 pasar yang dikelola oleh PD Pasar Jaya Area 20.



Gambar 3.1. Lokasi Pasar Induk Kramat Jati, Jakarta Timur

Sumber: PD. Pasar Jaya Area 20

Tujuan utama pendirian pasar induk ini adalah sebagai pusat perdagangan sayur-mayur dan buah-buahan terbesar di DKI Jakarta yang ditujukan untuk menjamin kelancaran distribusi dan juga sebagai terminal pengadaan dan penyaluran sayur dan buah yang akan berpengaruh kepada kegiatan perekonomian baik lokal maupun regional. Pendirian pasar ini juga dilatarbelakangi untuk mengurangi volume sampah dalam kota mengingat Jakarta sebagai Ibukota Negara. Pasar Induk Kramat Jati menempati luas area 14,7 ha, dengan luas bangunan 83.605 m², dan luas lahan parkir 14.737 m². Setelah dilakukan peremajaan pada tanggal 1 Maret 2003 s/d 31 Desember 2008, jumlah tempat usaha (TU) telah mengalami penambahan sebesar 20% (sebanyak 775 TU) sehingga totalnya menjadi 4.428 TU ditambah dengan unit ruko 80 TU. Rincian bangunan tempat usaha di area pasar ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah.

Tabel 3.1. Bangunan Tempat Usaha di Area Pasar Induk Kramat Jati

Bangunan	Jumlah (TU)	Pedagang (Ped)
Bangunan Grosir (A.1-A.3)	2.188	932
Bangunan Kantor Pengelola	435	246
Kantor Agro Outlet	29	29
Sub Grosir Sayuran (C.1)	1.426	498
Sub Grosir Buah (C.2)	350	180
Unit Ruko (Uniko)	80	80
Total	4.508	1.965

Sumber: PD Pasar Jaya Area 20

Keterangan: tempat usaha (TU) terdiri dari Kios/Conter/Los

Di area Pasar Induk Kramat Jati terdapat berbagai macam aktivitas perdagangan, mulai dari aktivitas perdagangan sayur-mayur dan buah-buahan yang merupakan aktivitas utama di area pasar induk (ditempati sebanyak 1.639 pedagang), aktivitas perkantoran/perbankan (109 pedagang) dan aktivitas lainnya (246 pedagang). Dalam sehari, jumlah pasokan berbagai jenis komoditi di area Pasar Induk Kramat Jati sebanyak: sayur-mayur (1.100-1.400 ton), buah-buahan (1.200-1.500 ton), umbi-umbian (90-120 ton) dan bumbu dapur (10-30 ton), dengan daerah distribusi untuk wilayah DKI Jakarta (70%), Botabek (25%), restoran/rs (2%) dan untuk lain-lain (3%).

3.1.1. Jumlah Sampah Pasar Induk^[9]

Dengan besarnya jumlah pasokan berbagai jenis komoditi perhari dan sebagai pusat perdagangan sayur-mayur dan buah-buahan terbesar di DKI Jakarta, Pasar Induk Kramat Jati menghasilkan sampah pasar perhari dalam jumlah yang besar, dengan rata-rata setiap tahunnya yaitu sebesar 113.234 m³/tahun (setara 45.293 ton/tahun). Jumlah pasokan berbagai jenis komoditi dan jumlah sampah yang dihasilkan di Pasar Induk Kramat Jati selama periode Januari s/d Desember 2009, dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah.

Tabel 3.2. Jumlah Pasokan Komoditi dan Jumlah Sampah Yang Dihasilkan Di Pasar Induk Kramat Jati^[9]

Bulan	Jumlah Pasokan (ton)	Jumlah Sampah (m ³)	(ton)	Bulan	Jumlah Pasokan (ton)	Jumlah Sampah (m ³)	(ton)
Januari	57.853	9.421	3.768	Juli	53.255	10.226	4.090
Februari	58.450	8.887	3.555	Agustus	62.115	9.962	3.985
Maret	54.528	7.452	2.981	September	55.170	8.515	3.406
April	51.483	9.491	3.796	Oktober	61.385	9.830	3.932
Mei	64.173	10.138	4.055	November	58.445	9.185	3.674
Juni	52.260	10.334	4.134	Desember	62.315	9.793	3.917
				Total/tahun	691.432	113.234	45.293
				Rata-rata/hari	1.894	310	124

Sumber: PD Pasar Jaya Area 20

Keterangan:

- 1 ton berat \approx 2,5 m³ sampah basah
- Pasokan berbagai jenis komoditi: kol bulat, kembang kol, angka muda, bawang merah, bawang putih, cabe merah keriting, cabe merah besar, cabe rawit hijau, cabe rawit merah, sawi, buncis, wortel, tomat, kentang, daun bawang, daun seldri, jengkol, ketimun, kelapa, kacang panjang, jagung, petai, jahe, pisang, nanas, jeruk, papaya, alpukat, apel, semangka, salak, kedondong, durian, dukuh, mangga, anggur lokal, markisah, melon, manggis, umbi-umbian.

Berdasarkan data pada Tabel 3.2, jumlah sampah yang dihasilkan setiap setiap tahunnya yaitu sebesar 113.234 m³/tahun (atau setara \pm 310 m³/hari). Banyaknya sampah pasar yang dihasilkan setiap tersebut antara lain dipengaruhi oleh besarnya jumlah pasokan berbagai jenis komoditi, terutama jenis komoditi tertentu yang paling banyak menghasilkan sampah, seperti: pisang, jagung, kelapa, durian, alpukat, kubis, nanas, cabe, tomat, dll, selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi komoditi itu sendiri (masih dalam kondisi segar atau sudah mulai membusuk).

3.1.2. Sistem Pengelolaan Sampah Pasar Induk^[9]

Sistem pengelolaan sampah yang dilakukan di Pasar Induk Kramat Jati merupakan pengelolaan sektor formal. Pengelolaan dilakukan oleh Dinas Kebersihan Pemda DKI Jakarta yang bekerjasama dengan PT. Garda Transmoes Mandiri. Pengelolaan sampah dilakukan dengan urutan mulai dari pewadahan, pengumpulan dan pengangkutan. Pewadahan di area bangunan grosir (A.1-A.3), bangunan C.1 (sub grosir sayuran) dan bangunan C.2 (sub grosir buah) dilakukan dengan menggunakan wadah sampah keranjang dan gerobak. Jadi sampah yang ada di bangunan grosir dan sub grosir (A.1-A.3, C.1 dan C.2) disapu lalu dikumpulkan kedalam wadah tersebut. Selain dengan menggunakan keranjang dan gerobak, pewadahan juga dilakukan dengan menggunakan wadah sampah (*trash bin*) 120 liter khususnya di area bangunan kantor pengelola, kantor agro outlet dan unit ruko (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Pewadahan Sampah Di Area Pasar Induk
(a). keranjang dan gerobak, (b). wadah sampah (*trash bin*) 120 liter

Kemudian dari keranjang, gerobak dan wadah sampah (*trash bin*) 120 liter, sampah sebagian dikumpulkan di tempat penempatan sementara (TPS) dan ada pula yang langsung dikumpulkan di kontainer dengan kapasitas 15 m³, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.3. Sampah yang telah terkumpul di dalam TPS maupun kontainer, kemudian diangkut dengan menggunakan truk pengangkut sampah yang berupa truk tronton (mempunyai kapasitas 22 m³/rit) dan juga truk kontainer (mempunyai kapasitas 15 m³/rit) menuju ke tempat penempatan akhir (TPA) Bantar Gebang, Bekasi. Biasanya proses pengangkutan sampah ini dilakukan setiap harinya pada pagi hari pukul 06.⁰⁰ WIB.



Gambar 3.3. Tempat Penempatan Sampah Di Area Pasar Induk
(a). tempat penempatan sementara (TPS), (b). kontainer 15 m³

Sumber: PD. Pasar Jaya Area 20

Total realisasi pengangkutan sampah (*rit*) dan besarnya biaya pengangkutan sampah di area Pasar Induk Kramat Jati selama periode Januari s/d Desember 2009 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Realisasi Angkutan Sampah dan Biaya Angkutan Sampah
Di Pasar Induk Kramat Jati^[9]

Bulan	TRN (rit)	KTR (rit)	Volume (m ³)	Biaya (Rp)	Bulan	TRN (rit)	KTR (rit)	Volume (m ³)	Biaya (Rp)
Januari	293	15	6.671	266.840.000	Juli	288	9	6.471	258.840.000
Februari	186	63	5.037	201.480.000	Agustus	268	26	6.286	251.440.000
Maret	247	40	6.034	241.360.000	September	246	32	5.892	235.680.000
April	262	32	6.244	249.760.000	Oktober	242	57	6.179	247.160.000
Mei	268	21	6.211	248.440.000	November	281	25	6.557	262.280.000
Juni	296	18	6.782	271.280.000	Desember	319	14	7.228	289.120.000
Total/tahun								75.592	3.023.680.000
Rata-rata/hari								207	8.284.055

Sumber: PD Pasar Jaya Area 20

Keterangan:

- TRN = tronton; KTR = kontainer
- 1 rit tronton = 22 m³; 1 rit kontainer = 15 m³
- Pengangkutan sampah dengan menggunakan tronton dan kontainer

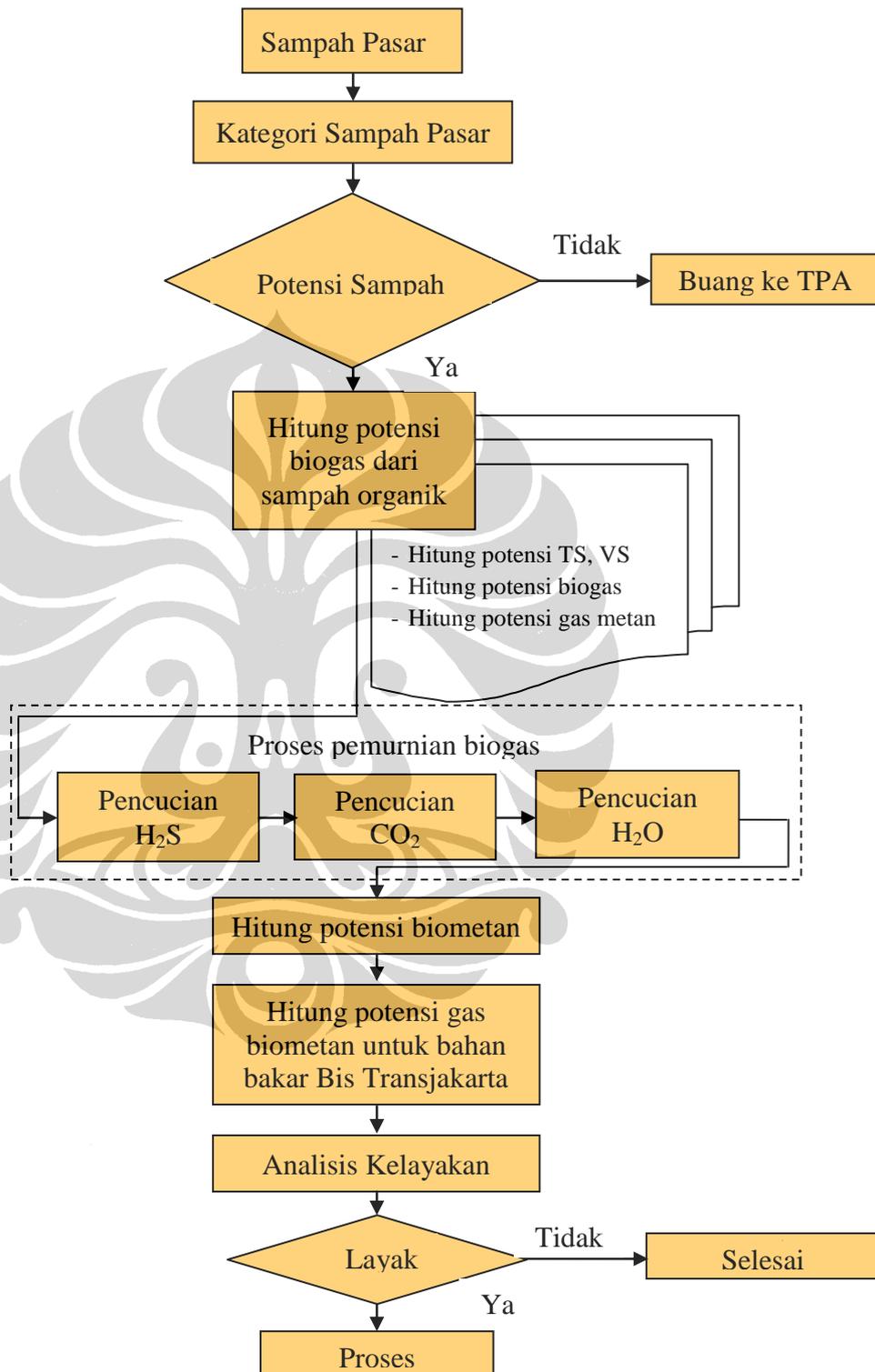
Tiap tahun diperoleh rekapitulasi jumlah pembuangan sampah ke tempat pembuangan akhir sebesar 75.592 m³/tahun (setara 30.237 ton/tahun), dengan besarnya biaya pertahun yang dikeluarkan untuk pembuangan sampah rata-rata sebesar Rp. 3.023.680.000,-.

Berdasarkan data pada Tabel 3.2 dan 3.3 di atas, terlihat adanya selisih antara jumlah sampah yang dihasilkan pertahun sebesar 113.234 m³/thn (setara 310 m³/hari) dengan jumlah sampah yang dapat terangkut secara lancar yaitu sebesar 75.592 m³/thn (setara 207 m³/hari). Hal ini menunjukkan sisa sampah yang masih belum dapat terangkut secara lancar sebesar 37.642 m³/thn (setara 103 m³/hari), dan dapat menimbulkan masalah penumpukan sampah di area TPS pasar induk.

Permasalahan yang dihadapi dalam teknis operasional pengelolaan persampahan di area pasar induk ini antara lain:

- **Kapasitas peralatan yang belum memadai**
Kurangnya fasilitas peralatan pengumpulan sampah di Pasar Induk Kramat Jati menyebabkan proses pengumpulan sampah tersebut menjadi kurang efisien. Jumlah truk pengumpul/pengangkut sampah yang sedikit menyebabkan pengangkutan sampah di area pasar induk menjadi tidak maksimal (tuntas), ditambah lagi masih kurangnya jumlah wadah sampah (keranjang, gerobak) dan tempat penempatan sampah (kontainer) sehingga terlihat penumpukan sampah yang masih belum terangkut truk khususnya di area bangunan grosir (A.1-A.3), bangunan C.1 (sub grosir sayuran) dan bangunan C.2 (sub grosir buah).
- **Perawatan alat yang kurang**
Kurangnya perawatan alat-alat yang ada menyebabkan beberapa peralatan tersebut tidak layak pakai. Diantaranya adalah kondisi *louder* yang telah berusia 35 tahun yang sering mengalami kerusakan. Hal ini menunjukkan perawatan peralatan persampahan oleh petugas yang sangat kurang sehingga usia *louder* sampai jauh dari semestinya. Peremajaan *louder* ini sudah dimasukkan kedalam salah satu prioritas utama dalam pengelolaan Pasar Induk Kramat Jati Tahun Anggaran 2011.

3.2. Alur Kerja Pemanfaatan Sampah Organik Pasar Induk Sebagai Bahan Bakar Bis Transjakarta

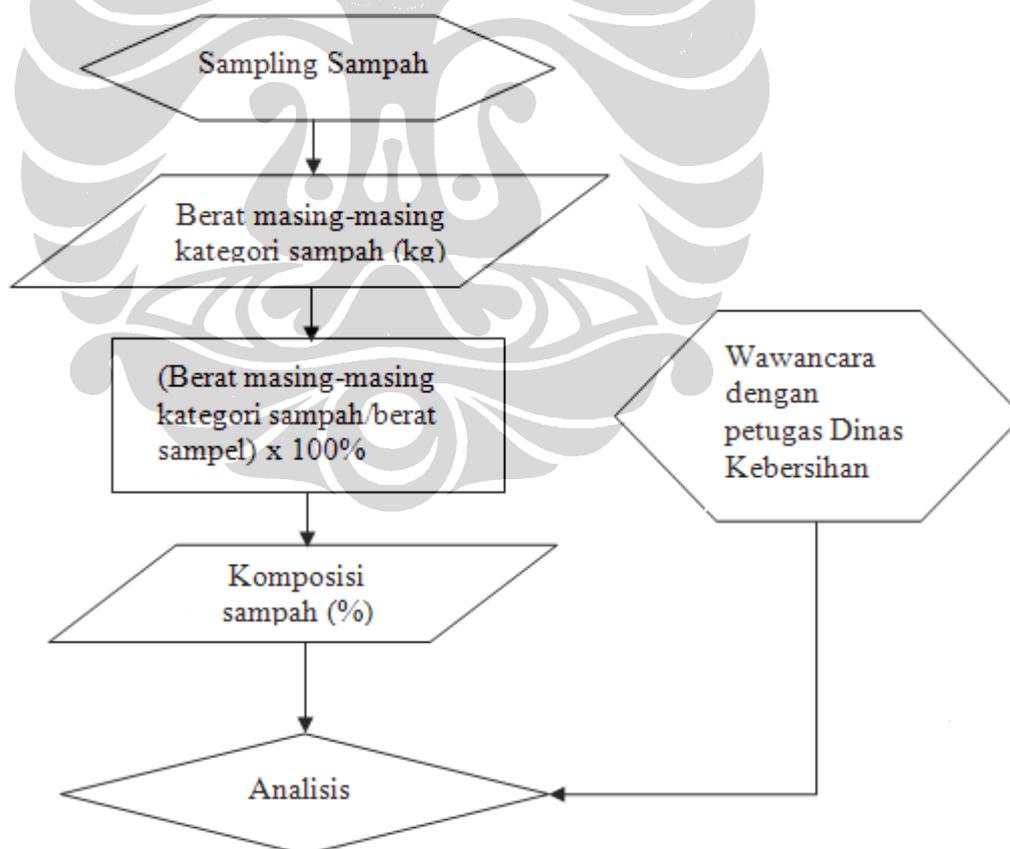


Gambar 3.4. Alur Proses Pemanfaatan Sampah Organik

3.3. Potensi Energi Biogas Pasar Induk^{[7][9]}

3.3.1. Potensi Sampah Organik^[9]

Untuk mengetahui jumlah potensi sampah organik di pasar induk, terlebih dahulu harus diketahui persentase komposisi sampah-nya. Persentase komposisi sampah dapat diperoleh dengan menggunakan metode sampling, yaitu mengambil sebagian sampah yang ada di TPS untuk dijadikan sebagai sampel, dari sampel tersebut kemudian sampah dipilah berdasarkan kategorinya, setelah itu dilakukan pengukuran berat (menimbang) setiap kategori sampah yang telah dipilah (Gambar 3.5. Alur proses sederhana pemilahan sampah organik pasar induk yang telah dilakukana oleh Dinas Kebersihan Pemda DKI Jakarta dan Pengelola Pasar Induk Kramat Jati). Dalam hal ini penulis memperoleh data persentase komposisi sampah pasar induk bedasarkan survei langsung di area TPS dan informasi dari pihak pengelola PD Pasar Jaya Area 20.



Gambar 3.5. Alur Proses Pemilahan Komposisi Sampah Pasar Induk^[9]

Persentase komposisi sampah dan jumlah sampah organik berdasarkan hasil proses pemilahan sampah hasil buangan pasar induk terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Persentase Komposisi Sampah dan Jumlah Sampah Organik^[9]

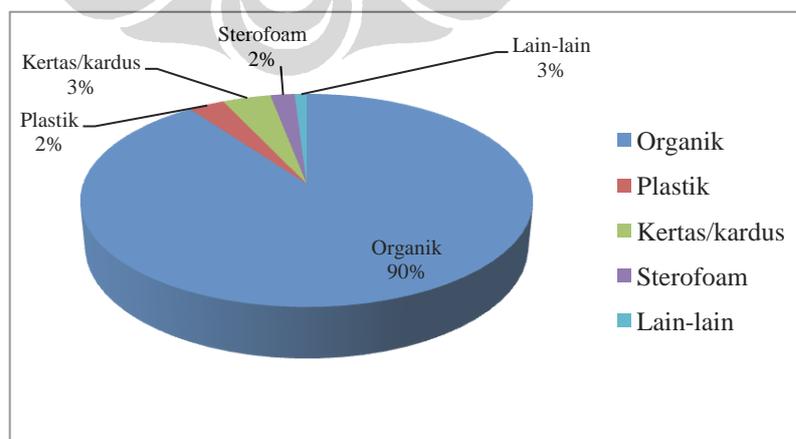
Jenis Sampah	Komposisi Sampah		Jumlah Sampah Organik (ton/tahun)
	(%)	(ton/tahun)	
Sayuran/buah/umbi/bumbu dapur	60	27.176	27.176
Jerami	20	9.059	9.059
Sisa makanan (nasi/ikan/daging/dll)	10	4.528	4.528
Plastik	2	906	-
Kertas/kardus	3	1.359	-
Sterofoam	2	906	-
Lain-lain	3	1.359	-
(kayu/karet/kaleng/kaca/dll)			
Total/tahun	100	45.293	40.763
Rata-rata/hari		124	112

Sumber: PD. Pasar Jaya Area 20

Keterangan:

- Jenis sampah di atas, yang diklasifikasikan sebagai sampah organik adalah: sampah sayuran/buah/umbi/bumbu dapur, sampah jerami, dan sampah sisa makanan.
- Sedangkan jenis sampah lainnya dikategorikan sebagai sampah non organik.

Sampah organik merupakan komponen sampah yang terbesar dengan persentase komposisi rata-rata sebesar 90% dari seluruh sampah pasar induk yang ada. Potensi sampah organik pertahun yang dihasilkan oleh pasar induk sebesar 40.763 ton/tahun (atau setara 112 ton/hari). Potensi sampah organik ini akan digunakan untuk menghitung besarnya potensi biogas. Secara grafik, perbandingan komposisi sampah rata-rata adalah seperti Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6. Komposisi Sampah Rata-rata di Pasar Induk Kramat Jati^[9]

3.3.2. Perhitungan Potensi Biogas Dari Sampah Organik^[7]

Berdasarkan jenis sampahnya, sampah pasar induk dapat dikelompokkan dalam limbah organik-sampah padat perkotaan (*Municipal Solid Waste-MSW*). Pada prinsipnya penguraian limbah organik menjadi biogas dan parameter-parameter optimasi proses pembentukan biogas sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Bab 2. Sampah organik akan menjalani proses penguraian dan materi cairnya akan terbuang dan yang diproses adalah bagian padat dari sampah organik tersebut yang disebut *Total Solid (TS)*. Bagian padat selama masa penguraian tertentu dalam *digester anerob (retention time)* akan mengalami tahap gasifikasi dan akan tertinggal sisa material organik yang tidak dapat diuapkan. Banyaknya gas yang dihasilkan dari potensi bagian padat sampah organik inilah yang disebut *Volatile solid (VS)*. Beberapa literatur menyatakan nilai VS setara dengan nilai biogas yang dihasilkan.

Dalam literatur hasil pengujian skala laboratorium yang telah dilakukan oleh Tanya McDonald, Gopal Achari, dan Abimbola Abiola dalam artikel *Feasibility of increased biogas production from the co-digestion of agricultural, municipal, and agro-industrial wastes in rural communities*, dinyatakan bahwa nilai VS diperoleh dengan membakar sejumlah tertentu TS sampai kondisi abu, yang merupakan material yang tidak dapat diuapkan lagi. Dari hasil pengujian diperoleh nilai-nilai konversi limbah organik menjadi biogas untuk sampah padat perkotaan (MSW) dengan menjaga kondisi ideal seluruh parameter proses pembuatan biogas dari limbah organik, sebagaimana terlihat pada Tabel 3.5 di bawah.

Tabel 3.5. Hasil Pengujian Produksi Biogas Skala Laboratorium^[7]

Sampah Organik	Volume (ton)	TS		VS		Biogas	
		(%)	(kg)	(%TS)	(kg)	(m ³ /kg VS)	(m ³)
Sampah perkotaan							
Sampah padat organik	907	27,7	251.239	74,1	186.168	0,676	125.850
Padatan bio	4.500	5,1	229.500	71,1	163.175	0,320	52.216

Sumber: Hasil pengujian oleh Tanya McDonald, Gopal Achari dan Abimbola Abiola

Berdasarkan hasil pengujian skala laboratorium sebagaimana terlihat pada Tabel 3.4. di atas, diperoleh parameter nilai persentasi rata-rata penyusutan sampah padat organik menjadi TS, VS dan biogas sebagaimana terdapat dalam Tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6. Potensi TS, VS dan Produksi Biogas dari Sampah Organik^[7]

Jenis Sampah (kg)	TS (%)	VS (%TS)	Produksi Biogas (m ³ /kgVS)
Sampah Organik	27,7	74,1	0,676

Sumber: Hasil pengujian oleh Tanya McDonald, Gopal Achari dan Abimbola Abiola

Jumlah metan yang dihasilkan berdasarkan jumlah *volatile solid* (VS) untuk 1 kg campuran sampah organik pasar induk adalah sebesar 60% (K.Muthupandi, Maret 2007). Jumlah gas metan yang dihasilkan dalam suatu proses *anaerobic digestion* ini merupakan parameter yang berkaitan langsung dengan jumlah biometan yang dihasilkan dari proses pemurnian biogas. Secara lengkap parameter nilai prosentase rata-rata penyusutan sampah padat organik menjadi TS, VS, dan produksi biogas serta gas metan dapat dituliskan kembali dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

PERHITUNGAN JUMLAH TS, VS, BIOGAS

$$\begin{aligned}
 TS &= 27,7\% \times P_{so} \\
 VS &= 74,1\% \times TS \\
 V_b &= 0,676 \times VS
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

PERHITUNGAN JUMLAH GAS METANA

$$V_{gm} = 60\% \times V_b
 \tag{3.2}$$

Dengan :

P_{so}	Sampah organik	[kg]
TS	Total solid	[kg]
VS	Volatile solid	[kg]
V_b	Produksi/jumlah biogas	[m ³ /kg VS]
V_{gm}	Produksi/jumlah gas metana	[m ³]

Dengan jumlah potensi sampah pertahun sebesar 40.763 ton/tahun atau setara 112 ton/hari (berdasarkan Tabel 3.3) sebagai bahan baku biogas, maka dengan menggunakan persamaan 3.1 dan 3.2 berturut-turut dapat diketahui nilai TS, VS, produksi biogas dan gas metan pertahun sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Solid (TS)} &= \% \text{ TS} \times \text{Pso} \\ &= 27,7\% \times 40.763.000 \text{ kg} \\ &= 11.291.351 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volatile Solid (VS)} &= \% \text{ VS} \times \text{TS} \\ &= 74,1\% \times 11.291.351 \text{ kg} \\ &= 8.366.891,09 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi Biogas (V}_b) &= 0,676 \times \text{VS} \\ &= 0,676 \times 8.366.891,09 \\ &= 5.656.018,38 \text{ m}^3/\text{kg VS} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gas Metan (V}_{gm}) &= 60\% \times \text{V}_b \\ &= 0,6 \times 5.656.018,38 \\ &= 3.393.611,03 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.1 dan 3.2 di atas berdasarkan pada parameter-parameter konversi produksi biogas, diperoleh perhitungan jumlah potensi energi biogas dan gas metan pertahun dari sampah organik pasar induk sebesar 5.656.018,38 m³/kg VS pertahun (setara 15.496 m³/kg VS perhari) dan 3.393.611,03 m³/tahun (setara 9.297,56 m³/hari). Lebih lengkap hasil perhitungan jumlah potensi biogas untuk berbagai jenis sampah organik pasar induk dapat dilihat pada Tabel 3.7 di bawah.

Tabel 3.7. Potensi Biogas Dari Sampah Organik Pasar Induk Kramat Jati^[7]

Sampah Organik	Volume (ton/tahun)	TS (kg/tahun)	VS (kg/tahun)	Biogas (m ³ /kgVS)	Gas Metan (m ³ /tahun)
Sampah organik					
Sayuran/buah/umbi/bumbu	27.176	7.527.752	5.578.064	3.770.771	2.262.423
Jerami	9.059	2.509.343	1.859.423	1.256.970	754.182
Nasi/ikan/daging/dll	4.528	1.254.256	929.404	628.277	376.966
Total/tahun	40.763	11.291.351	8.366.891	5.656.018	3.393.611
Rata-rata/hari	112	30.935	22.923	15.496	9.298

Catatan: telah diolah kembali

3.4. Perencanaan Digester Di Pasar Induk

3.4.1. Perhitungan Ukuran Volume dan Bagian-Bagian Digester^[8]

Digester yang digunakan dalam perencanaan ini menggunakan tipe *floating dome* atau *floating drum digester type*, pada digester tipe ini mempunyai keuntungan dapat menghemat lahan/tempat karena bagian-bagian konstruksi digester dibangun dalam satu tempat saja, selain itu gas yang dihasilkan digester tipe ini mempunyai tekanan yang lebih stabil, sehingga cocok untuk pemanfaatan biogas untuk bahan bakar yang memang membutuhkan volume dan tekanan gas yang stabil.

1- Menghitung Volume dan Jumlah Digester^[8]

Perencanaan ukuran volume digester biogas dilihat dari jumlah sampah organik harian, perbandingan komposisi campuran air dan sampah organik, waktu digestifikasi dan jumlah volume biogas yang dihasilkan. Jumlah sampah organik harian yang dihasilkan Pasar Induk Kramat jati adalah 112 ton atau 112.000 kg. sedangkan komposisi campuran air dan sampah organik adalah untuk mendapatkan padatan 8%, padatan mengacu pada jumlah kg TS (*Total Solid*). Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3.6 di atas, *total solid* yang dihasilkan adalah sebesar 30.935 kg. Untuk mendapatkan padatan 8%, air yang ditambahkan untuk membuat bahan baku sampah adalah:

$$\text{Total solid} = 30.935 \text{ kg} = 8\% \times Q \text{ (bahan baku)}$$

$$Q = 386.687,50 \text{ kg}$$

Air yang ditambahkan adalah:

$$\text{Jumlah air} = 386.687,50 - 30.935 = 355.752,50 \text{ kg}$$

Digester yang dipasang berada dalam kondisi *mesophilic* yaitu berkisar pada suhu 25-35°C, dengan waktu digestifikasi adalah antara 25-35 hari, waktu digestifikasi yang pendek dapat mengurangi volume digester dan sebaliknya waktu digestifikasi yang panjang dapat menambah volume digester. Dengan ditentukan waktu digestifikasi adalah 33 hari, maka dengan menggunakan persamaan 2.3 dan 2.4 dapat ditentukan volume kerja digester, dimana volume

kerja digester merupakan penjumlahan volume ruangan fermentasi (V_f) dan volume ruangan penyimpanan gas (V_{gs}) yaitu:

$$\text{Volume kerja digester} = V_{gs} + V_f$$

Dimana :

$$V_{gs} + V_f = Q \times \text{HRT (waktu digestifikasi)}$$

Maka:

$$\begin{aligned} V_{gs} + V_f &= Q \times \text{HRT} \\ &= 386.687,50 \text{ kg/hari} \times 33 \text{ hari} \\ &= 12.760.687,50 \text{ kg (untuk } 1000 \text{ kg} = 1 \text{ m}^3) \\ &= 12.760,69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 2.1 asumsi persamaan geometrikal untuk ukuran tangki digester maka diperoleh:

$$\begin{aligned} V_{gs} + V_f &= 80\% V \\ V &= (V_{gs} + V_f) / 0,8 \\ &= 12.760,69 / 0,8 \\ &= 15.950,86 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jika membangun ukuran volume digester $15.950,86 \text{ m}^3$ selain tidak praktis dalam perawatan juga kurang memungkinkan akibat keterbatasan lahan, sehingga dicari ukuran digester yang jauh lebih kecil dengan jumlah digester lebih dari 1 (satu) buah, sehingga memungkinkan untuk perawatan dan jika terjadi kerusakan pada salah satu digester, maka digester yang lain masih mampu untuk menghasilkan biogas. Ditentukan digester yang akan dibangun adalah berukuran 1000 m^3 sehingga banyaknya ukuran digester yang harus dibangun adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah digester} &= \text{Volume digester total} / \text{Volume digester yang ditentukan} \\ &= 15.950,86 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ m}^3 \\ &= 15,95 \\ &\approx 16 \text{ buah digester} \end{aligned}$$

2- Menghitung Volume Bagian-Bagian Digester^[8]

Bagian-bagian konstruksi dalam digester tipe ini meliputi:

- V – Volume total digester
- V_c – Volume ruangan penampungan gas (*gas collecting chamber*)
- V_s – Volume lapisan penampungan lumpur (*sludge layer*)
- V_{gs} – Volume ruangan penyimpanan gas (*gas storage chamber*)
- V_f – Volume ruangan fermentasi (*fermentation chamber*)
- V_H – Volume ruangan hidrolik (*hydraulic chamber*)

Untuk ukuran digester (V) 1000 m³, dengan meninjau kembali asumsi persamaan geometrikal pada Tabel 2.1, diperoleh:

$$\text{Diameter digester (D)} = 1,3078 \times V^{1/3}, \text{ dimana } V = 1000 \text{ m}^3$$

maka

$$\begin{aligned} \text{Diameter digester (D)} &= 1,3078 \times 1000^{1/3} \\ &= 13,08 \text{ m} \end{aligned}$$

V_s - Volume lapisan penampungan lumpur (*sludge layer*)

$$\begin{aligned} V_s &= V_2 = 0,05011 \times D^3 \\ &= 0,05011 \times (13,08)^3 \\ &= 112,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

V_f – Volume ruangan fermentasi (*fermentation chamber*)

$$\begin{aligned} V_f &= V_3 = 0,3142 \times D^3 \\ &= 0,3142 \times (13,08)^3 \\ &= 703,12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

V_{gs} - Volume ruangan penyimpanan gas (*gas storage chamber*)

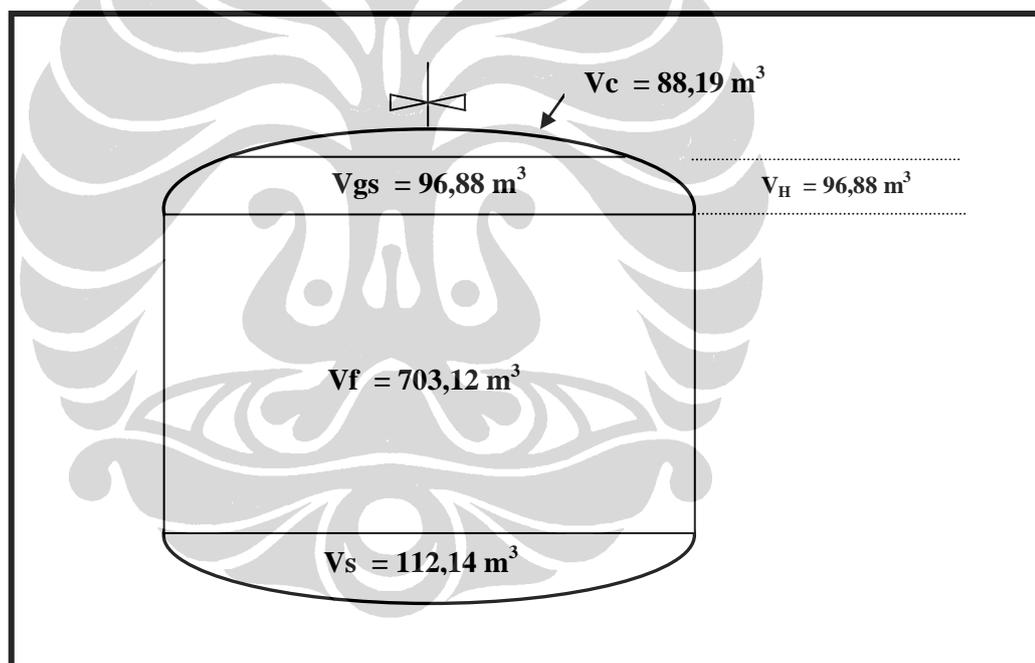
$$\begin{aligned} V_{gs} + V_f &= 80\% V \\ V_{gs} &= 80\% V - V_f \\ &= 80\% (1000) - 703,12 \\ &= 800 - 703,12 \\ &= 96,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

V_c - Volume ruangan penampungan gas (*gas collecting chamber*)

$$\begin{aligned} V_{gs} + V_c &= V_1 = 0,0827 \times D^3 \\ V_c &= (0,0827 \times D^3) - V_{gs} \\ &= (0,0827 \times 13,08^3) - 96,88 \\ &= 185,07 - 96,88 \\ &= 88,19 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

V_H - Volume ruangan hidrolis (*hydraulic chamber*)

Dari asumsi geometris juga diketahui $V_H = V_{gs} = 96,88 \text{ m}^3$, artinya biogas akan menempati seluruh ruang penyimpanan gas bahkan akan mendorong ruang itu (*floating drum digester type*) sesuai dengan volume gas yang dihasilkan.



Gambar 3.7. Volume Bagian-Bagian Digester^[8]

3- Menghitung Dimensi Geometrikal Digester^[7]

Setelah diketahui ukuran volume bagian-bagian digester, maka dapat ditentukan ukuran digester secara dimensi geometrikal. Berdasarkan persamaan pada tabel 2.1 diperoleh diameter digester (D) = 13,08 m, maka berturut-turut dapat diketahui ukuran-ukuran dari digester, sebagai berikut:

R_1 – Jari-jari ruangan penyimpanan dan penampungan gas

$$\begin{aligned} R_1 &= 0,725 \times D \\ &= 0,725 \times (13,08) \\ &= 9,48 \text{ m} \end{aligned}$$

R_2 – Jari-jari ruangan penampungan lumpur

$$\begin{aligned} R_2 &= 1,0625 \times D \\ &= 1,0625 \times (13,08) \\ &= 13,9 \text{ m} \end{aligned}$$

f_1 –Tinggi ruangan penyimpanan dan penampungan gas

$$\begin{aligned} f_1 &= D / 5 \\ &= 13,08 / 5 \\ &= 2,62 \text{ m} \end{aligned}$$

f_2 –Tinggi ruangan penampungan lumpur

$$\begin{aligned} f_1 &= D / 8 \\ &= 13,08 / 8 \\ &= 1,64 \text{ m} \end{aligned}$$

Resume hasil perhitungan ukuran volume bagian-bagian digester dan dimensi geometrikal digester dapat dilihat pada Tabel 3.8 di bawah ini.

Tabel 3.8. Dimensi Ukuran Rancangan Digester^[8]

Dimensi	Nilai (m ³)	Dimensi	Nilai (m)
$V_1 = V_{gs} + V_c$	185,07	R_1	9,48
$V_2 = V_s$	112,14	R_2	13,9
$V_3 = V_f$	703,12	f_1	2,62
V_{gs}	96,88	f_2	1,64
V_c	88,19		
V_H	96,88		

Catatan: telah diolah kembali

h - Tinggi efektif digester

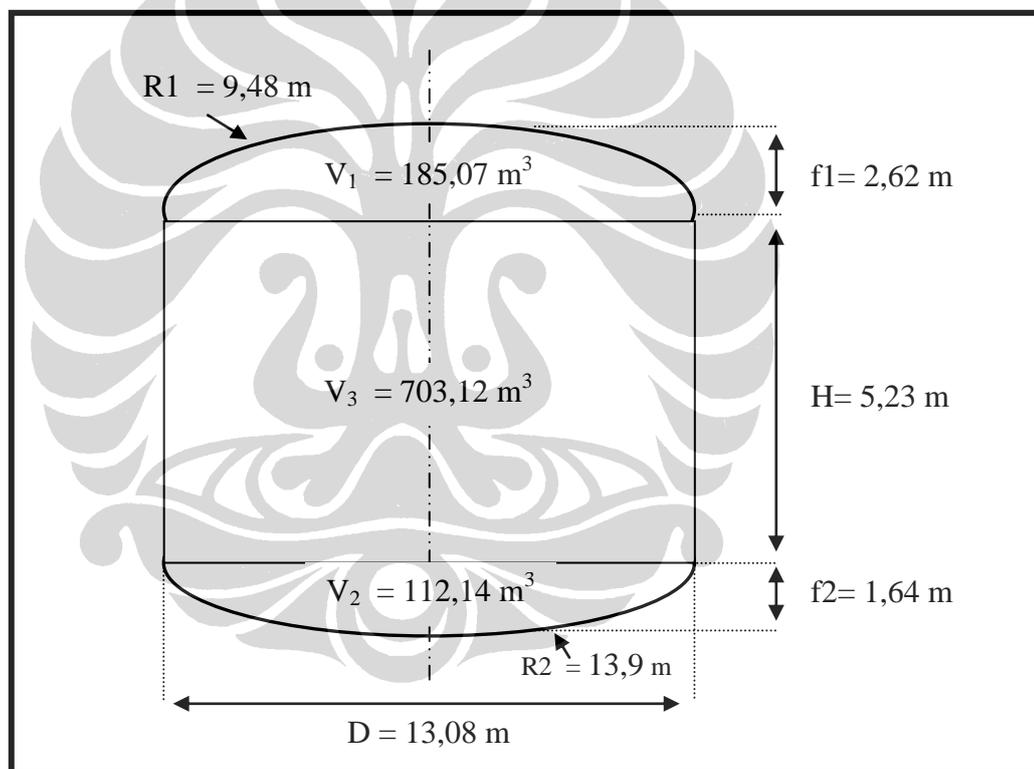
Dengan melakukan pendekatan dengan volume tabung, dapat dirumuskan:

$$V_3 = 1/4 \times 3,142 \times D^2 \times h, \text{ dengan } V_3 = 703,12 \text{ m}^3$$

Maka:

$$\begin{aligned} h &= 703,12 / (1/4 \times 3,142 \times 13,08^2) \\ &= 703,12 / 134,39 \\ &= 5,23 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan dimensi ruangan digester yang telah diketahui, berikut gambar rancangan digester sampah organik Pasar Induk Kramat Jati.



Gambar 3.8. Dimensi Rancangan Digester^[8]

3.4.2. Penentuan Lokasi Digester

Beberapa aspek yang harus dipertimbangkan dalam penentuan lokasi digester adalah:

1. Ketersediaan lahan sesuai dengan luas digester yang akan dibangun.

2. Lokasi digester dipilih pada tempat yang datar dan diusahakan terletak pada dataran yang agak tinggi dibandingkan area sekitarnya. Hal ini untuk mencegah genangan air atau banjir pada waktu musim hujan.
3. Untuk memudahkan instalasi digester mudah dioperasikan dan menghindari penumpukan sumber bahan baku khususnya sampah organik hasil buangan pasar induk, maka lokasi instalasi digester dibuat sedekat mungkin dengan tempat sumber bahan baku biogas.
4. Untuk efektivitas fungsi digester, suhu yang benar ($20-35^{\circ}\text{C}$) harus dapat dijaga di bagian dalam digester, maka lokasi digester yang akan dipilih harus mendapatkan sinar matahari yang terang serta dihindari tempat yang berkabut dan tempat dingin.
5. Jauh dari lokasi pepohonan, dimana pertumbuhan akar pohon akan merusak bangunan digester.
6. Dekat dengan lokasi yang akan memanfaatkan potensi biogas.
7. Memiliki kontur tanah yang stabil, sehingga konstruksi bangunan digester tidak mudah rusak.

Pada tulisan ini hasil rancangan digester yang akan dibangun memiliki diameter $D = 13,08$ m, sehingga digester tersebut mempunyai luasan alas $134,39$ m². Total luas alas 16 digester adalah $2.150,21$ m².

Total luas areal Pasar Induk Kramat Jati adalah $14,7$ ha atau 147.000 m², pada lokasi pasar induk terdapat bangunan dengan total luas 83.605 m² dan luas parkir 14.737 m². Sehingga total luas lokasi yang telah dimanfaatkan pada Pasar Induk Kramat Jati adalah 98.342 m². Dengan kondisi tersebut Pasar Induk Kramat Jati masih memiliki lahan bebas seluas 48.658 m². Dengan demikian masih tersedia cukup lahan di lokasi untuk pembangunan digester biogas. Berdasarkan pengamatan lapangan, lokasi bebas bangunan berada disebelah utara gedung utama pedagang dan pengelola.